

КИНЕТИКА СОРБЦИИ И ДЕСОРБЦИИ ^{137}Cs ИЗ МОРСКОЙ ВОДЫ

О. Н. Бей, В. Ю. Проскурнин, С. Б. Гулин

Институт морских биологических исследований им. А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, РФ,
oksaniya_89@mail.ru

Исследована кинетика сорбции и десорбции ^{137}Cs из морской воды с использованием ферроцианида меди (II) в качестве сорбента. Построены кинетические кривые и определены кинетические параметры сорбции и десорбции. Выявлен вклад физической сорбции и хемосорбции.

Ключевые слова: ^{137}Cs , сорбция, десорбция, ферроцианид меди (II)

Цезий-137 является одним из наиболее значимых факторов радиоактивного загрязнения Черного моря в результате аварии на Чернобыльской АЭС [1]. Для определения содержания ^{137}Cs в водной среде широко применяются ферроцианиды переходных металлов, обладающие высоким сродством к ^{137}Cs [2]. Целью работы было определение физико-химических параметров сорбции и десорбции ^{137}Cs из морской воды, необходимых для оптимизации данных процессов.

Материал и методы. Объектом исследования была морская вода, куда было добавлено 50 мкл стандартного раствора CsCl с известной активностью. В качестве сорбента использовали целлюлозное волокно, импрегнированное ферроцианидом меди (II). Процесс сорбции проводили в статических условиях. Навеску сорбента опускали в раствор и через определенные промежутки времени доставали для радиометрического измерения. Измерения проводили с помощью сцинтилляционного гамма-спектрометра CompuGamma (LKB Wallac, Финляндия). Процесс десорбции проводили аналогичным образом. Использовали сорбент, насыщенный ионами ^{137}Cs , после кинетики сорбции.

Далее были построены кинетические зависимости сорбции и десорбции (рис. 1, рис. 2). K_H – коэффициент накопления ^{137}Cs в момент времени τ , равный отношению концентраций ^{137}Cs в сорбенте и в растворе; A_0 – исходная радиоактивность ^{137}Cs в сорбенте, A – радиоактивность ^{137}Cs в момент времени τ .

При помощи компьютерной программы SigmaPlot построена двухэкспоненциальная кинетическая зависимость и рассчитаны кинетические параметры (табл. 1):

$$K_H(\tau) = K_1(1 - e^{-k_1\tau}) + K_2(1 - e^{-k_2\tau}), \quad (1)$$

где $K_{1,2}$ – коэффициенты накопления ^{137}Cs для двух экспоненциальных составляющих кинетической зависимости; $k_{1,2}$ – константы скорости сорбции; $T_{1,2} = 1/k_{1,2}$ – постоянные времени аппроксимирующей зависимости, показывающие теоретическое время выхода процесса в стационарную фазу при отсутствии инерции; $A_{1,2}$ – относительный вклад экспоненциальных составляющих в общую кинетическую зависимость десорбции; R^2 – коэффициент детерминации аппроксимирующей функции по отношению к фактическим данным.

Результаты и обсуждение. Из полученных данных видно, что в кинетических процессах присутствуют две составляющие – физическая сорбция и хемосорбция. В первом из них данный вклад практически равный (46 и 54 % соответственно), тогда как при десорбции преобладает хемосорбция. Также видно, что в первые 5 ч эксперимента сорбция ^{137}Cs идет очень быстро, после чего она замедляется, постепенно приближаясь к величине предельного коэффициента накопления K_C , равного сумме коэф-

коэффициентов накопления ^{137}Cs для каждой из кинетических составляющих. Десорбция происходит примерно в 1-й час эксперимента, затем начинается вторичная сорбция.

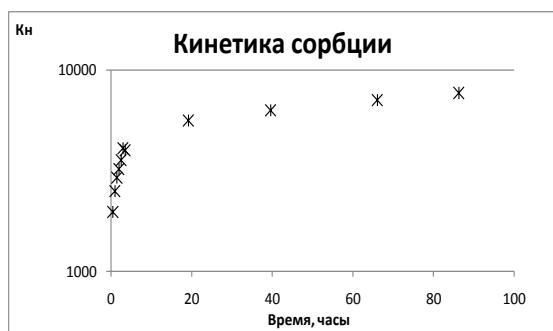


Рис. 1 Зависимость коэффициента накопления ^{137}Cs в сорбенте от времени

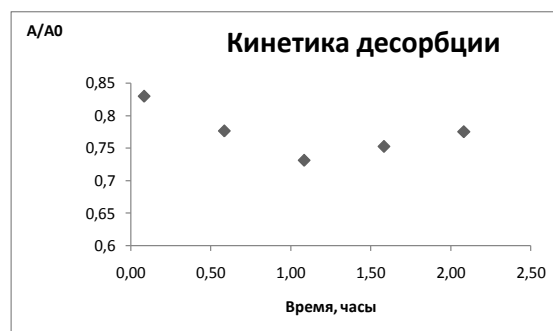


Рис. 2 Зависимость снижения концентрации ^{137}Cs в сорбенте от времени

Табл. 1 Кинетические параметры сорбции и десорбции ^{137}Cs из морской воды

Сорбция		Десорбция	
K_1	3641	A_1	0,1
K_2	4349	A_2	0,75
K_c	7990		
$k_1, \text{час}^{-1}$	1,0089	$k_1, \text{час}^{-1}$	3,5
$k_2, \text{час}^{-1}$	0,026	$k_2, \text{час}^{-1}$	$9,78 \cdot 10^{-10}$
$T_1, \text{час}$	0,99	$T_1, \text{час}$	0,28
$T_2, \text{час}$	38,02	$T_2, \text{час}$	10^9
R^2	0,9885	R^2	0,7838

Выводы. Показано, что ферроцианид меди (II) способен концентрировать ^{137}Cs из морской воды в 8000 раз. Кинетическая зависимость накопления ^{137}Cs имела две составляющие, отражающие вклад физической сорбции и хемосорбции, соотношение которых примерно равно 46 и 54 %, а при десорбции основной вклад вносит процесс хемосорбции.

1. Егоров В. Н., Поликарпов Г. Г., Освас И. и др. Радиоэкологический отклик Черного моря на Чернобыльскую ядерную аварию в отношении долгоживущих радионуклидов ^{90}Sr ^{137}Cs // Морской экологический журнал. 2002. Т. 1, № 1. С. 5–15.
2. Ayrault S., Loos-Neskovic C., Fedoroff M. et al. // Talanta. 1995. V. 42, № 11. P. 1581.

KINETICS OF SORPTION AND DESORPTION OF ^{137}Cs FROM SEAWATER

O. N. Bey, V. Yu. Proskurnin, S. B. Gulin

Kovalevsky Institute of Marine Biological Research of RAS, Sevastopol, RF, oksaniya_89@mail.ru

The kinetic of sorption and desorption of ^{137}Cs from sea water was investigated. The investigation was done by using ferrocyanide copper (II) as a sorbent. Kinetic curves were built. Also kinetic parameters of sorption and desorption were determined. Contribution of physical sorption and chemisorption was revealed.

Key words: ^{137}Cs , sorption, desorption, ferrocyanide copper (II)